

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-275419

(43) 公開日 平成8年(1996)10月18日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 1/27	5 0 1		H 0 2 K 1/27	5 0 1 A
15/03			15/03	A
21/14			21/14	M

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-73085

(22) 出願日 平成7年(1995)3月30日

(71) 出願人 000006105  
株式会社明電舎  
東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72) 発明者 水野 孝行  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(72) 発明者 久光 行正  
東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

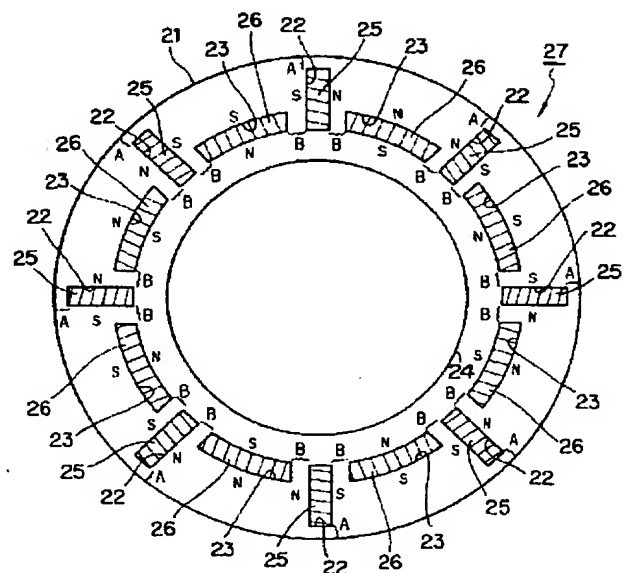
(74) 代理人 弁理士 光石 俊郎 (外2名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石式回転機の回転子

(57) 【要約】

【目的】 電気特性を低下させることなく遠心力強度を向上させた永久磁石式回転機の回転子を提供する。

【構成】 鉄心21に接続部A, Bを確保して主磁石用溝23と補助磁石用溝22とを設け、これらの溝23, 22に主磁石26と補助磁石25とを嵌装して構成したものであって、主磁石26によって各極の主磁束が得られ、しかも補助磁石25の漏れ磁束によって接続部A, Bを磁気飽和させることにより、接続部A, Bを通して主磁石26の磁束が漏れるのを防止するというものである。そして鉄心が接続部A, Bによって接続された一体のものであって高い遠心力強度を有するため、他の補強部材を要せず、従ってエアギャップを小さくして磁束密度を高めることができ、また有効鉄心長を減少させることがないというものである。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 周方向に所定の間隔を有し且つ回転軸方向に沿って設けられた主磁石用溝と、前記主磁石用溝間に占位し且つ回転軸方向に沿って設けられた補助磁石用溝とを有し、表面と前記補助磁石用溝の先端部との間及び前記主磁石用溝の両端部と前記補助磁石用溝の基端部との間には接続部が確保されて周方向及び径方向に一体的に連続した鉄心と、  
 磁極の方向が前記鉄心の径方向に沿い且つ前記鉄心表面側の磁極が隣同士相異なるようにして前記主磁石用溝に  
 10 嵌装した永久磁石である主磁石と、  
 磁極の方向が前記鉄心の周方向に沿い且つ一方の磁極とこの一方側に占位する主磁石の前記鉄心表面側の磁極とが同極となるようにして前記補助磁石用溝に嵌装した永久磁石である補助磁石とを有して構成したことを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

【請求項 2】 請求項 1 に記載する永久磁石式回転機の回転子において、  
 鉄心の外周部にこの鉄心の周方向に所定の間隔を有し且つ回転軸方向に沿ってダンパ用溝を設け、これらのダン  
 20 パ溝中に占位する導体部とこれらの導体部の両端を各々短絡する他の導体部とによって一体的に形成したダンパ巻線を備えたことを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載する永久磁石式回転機の回転子において、  
 同極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除した構成であることを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

【請求項 4】 請求項 1 又は 2 に記載する永久磁石式回転機の回転子において、  
 主磁石を回転軸方向に 2 分割して回転軸方向の一方側からは S 極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除し且つ他方側からは N 極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除した構成であることを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

【請求項 5】 請求項 1, 2, 3 又は 4 に記載する永久磁石式回転機の回転子において、  
 主磁石用溝を鉄心表面側に凸の円弧状とし、前記主磁石  
 40 用溝の中央部と前記鉄心表面との間の鉄心幅と、前記主磁石用溝の両端部と補助磁石用溝の基端部との間の鉄心幅と、前記補助磁石用溝の先端部と前記鉄心表面との間の鉄心幅とを略同一の寸法としたことを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

【請求項 6】 請求項 1, 2, 3, 4 又は 5 に記載する永久磁石式回転機の回転子において、  
 極部のエアギャップが極間部のエアギャップよりも小さくなるよう鉄心の外周部に凹凸を設けたことを特徴とする永久磁石式回転機の回転子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は永久磁石式回転機の回転子に関し、電気特性を低下させることなく遠心力強度向上を企図したものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図 11 は、永久磁石式回転機の全体構成図である。同図において、1 はフレーム、2 は固定子鉄心、3 は固定子巻線、4 はブラケット、5 は回転子鉄心、6 は回転子羽根片、7 は回転軸であり、回転子鉄心 5 及び回転軸 7 によって回転子 8 が構成されている。この永久磁石回転機の回転子 8 の構造には種々のものが実用化されているが、代表的なものには、磁石貼付形と磁石埋込形とがある。

【0003】 図 12 は、磁石貼付形の回転子 8 の断面図である。同図に示すように、回転軸 7 の外周には複数の永久磁石 9 が貼付され、これらの永久磁石 9 の外周には非磁性の補強リング 10 が装着されている。このように磁石貼付形の回転子 8 は、補強リング 10 を装着することにより遠心力強度を向上させ、高速回転に対応させている。

【0004】 図 13 は、磁石埋込形の回転子 8 の断面図である。同図に示すように、回転子鉄心 5 には周方向に等間隔に四分割されたスリット 11 と回転軸 7 の外周に空間を形成するスリット 12 が設けられ、スリット 11, 12 には永久磁石 13 が埋め込まれている。回転子鉄心 5 の軸方向の適宜箇所（図 11 では 2 箇所）には回転子鉄心 5 の断面形状に合った形状のステンレス板 14（図 14 参照）が挿入され、永久磁石 13 はステンレス板 14 に形成されたスリット 15 に保持されて遠心力強度が保たれている。このように磁石埋込形の回転子 8 は、ステンレス板 14 を挿入することにより遠心力強度を向上させ、高速回転に対応させている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら上記従来技術に係る永久磁石式回転機の回転子 8 は、永久磁石の遠心力強度を保つために装着した補強リング 10 やステンレス板 14 の存在によって、等価的エアギャップを増大させたり、有効鉄心長の減少等を生じさせたりして、電気特性的には好ましくないものであった。

【0006】 従って本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、電気特性を低下させることなく遠心力強度を向上させた永久磁石式回転機の回転子を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明の第 1 の構成は、周方向に所定の間隔を有し且つ回転軸方向に沿って設けられた主磁石用溝と、前記主磁石用溝間に占位し且つ回転軸方向に沿って設けられた補助磁石用溝とを有し、表面と前記補助磁石用溝の先端部との

間及び前記主磁石用溝の両端部と前記補助磁石用溝の基端部との間には接続部が確保されて周方向及び径方向に一体的に連続した鉄心と、磁極の方向が前記鉄心の径方向に沿い且つ前記鉄心表面側の磁極が隣同士相異なるようにして前記主磁石用溝に嵌装した永久磁石である主磁石と、磁極の方向が前記鉄心の周方向に沿い且つ一方の磁極とこの一方側に占位する主磁石の前記鉄心表面側の磁極とが同極となるようにして前記補助磁石用溝に嵌装した永久磁石である補助磁石とを有して構成したことを特徴とする。

【0008】また第2の構成は、上記第1の構成において、鉄心の外周部にこの鉄心の周方向に所定の間隔を有し且つ回転軸方向に沿ってダンパ用溝を設け、これらのダンパ溝中に占位する導体部とこれらの導体部の両端を各々短絡する他の導体部とによって一体的に形成したダンパ巻線を備えたことを特徴とする。

【0009】また第3の構成は、上記第1又は第2の構成において、同極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除した構成であることを特徴とする。

【0010】また第4の構成は、上記第1又は第2の構成において、主磁石を回転軸方向に2分割して回転軸方向の一方側からはS極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除し且つ他方側からはN極となる主磁石及びこれらの主磁石を嵌装するための主磁石用溝を削除した構成であることを特徴とする。

【0011】また第5の構成は、上記第1、第2、第3又は第4の構成において、主磁石用溝を鉄心表面側に凸の円弧状とし、前記主磁石用溝の中央部と前記鉄心表面との間の鉄心幅と、前記主磁石用溝の両端部と補助磁石用溝の基端部との間の鉄心幅と、前記補助磁石用溝の先端部と前記鉄心表面との間の鉄心幅とを略同一の寸法としたことを特徴とする。

【0012】また第6の構成は、上記第1、第2、第3、第4又は第5の構成において、極部のエアギャップが極間部のエアギャップよりも小さくなるよう鉄心の外周部に凹凸を設けたことを特徴とする。

【0013】

【作用】上記第1、第2、第3、第4、第5又は第6の構成の本発明によれば、主磁石によって各極の主磁束が得られ、しかも補助磁石の漏れ磁束が接続部を通ることによってこの接続部を磁氣的に飽和させることにより、主磁石の磁束が接続部を流れるのを防止して主磁束が低下するのを防止する。また鉄心が周方向及び径方向に連続した一体のものであるため、遠心力強度が高く、他の補強部材を要しない。従って鉄心表面が回転子の表面になり、また有効鉄心長が減少されない。

【0014】また上記第2の構成の本発明によれば、ダンパ巻線による制動作用を有する。

【0015】また上記第4の構成の本発明によれば、ハ

イブリッド励磁形回転子として作用する。

【0016】また上記第5の構成の本発明によれば、主磁石用溝の中央部と鉄心表面との間の鉄心幅と、主磁石用溝の両端部と補助磁石用溝の基端部との間の鉄心幅と、補助磁石用溝の先端部と鉄心表面との間の鉄心幅とが略同一であるため、d軸磁束とq軸磁束の通路の最小断面が略同一となり、d軸リアクタンスとq軸リアクタンスとが略同一となる。

【0017】また上記第6の構成の本発明によれば、ギャップ磁束分布が方形波状から正弦波状となる。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づき詳細に説明する。

【0019】図1は本発明の第1実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図、図2は図1に示す回転子の一極当りの磁束の状態を示す説明図である。

【0020】図1に示すように、本第1実施例に係る回転子27は、鉄心21に設けられた主磁石用溝23及び補助磁石用溝22に永久磁石である主磁石26及び補助磁石25を各々嵌装して構成されている。

【0021】即ち、主磁石用溝23は、断面が鉄心21の周方向（以下単に周方向という）に長く且つ緩やかに湾曲すると共に、回転軸24の軸方向（以下単に軸方向という）に沿って形成された互形状の溝であって、周方向に等間隔で8箇所設けられている。そして、これらの主磁石用溝23に、これらと同形で磁極の方向が鉄心21の径方向（以下単に径方向という）に沿い且つ鉄心表面側の磁極が相異なる主磁石26が周方向に交互に占位するよう各々嵌装されている。

【0022】また補助磁石用溝22は、断面が径方向に長い長方形であると共に、軸方向に沿って形成された直方体状の溝であって、各主磁石用溝23間に各々設けられている。そして、これらの補助磁石用溝22に、これらと同形で磁極の方向が周方向に沿う補助磁石25がその一方の磁極とこの一方側に占位する主磁石26の鉄心表面側の磁極とが同極となるようにして各々嵌装されている。しかも補助磁石用溝22の先端部と鉄心21の表面との間には接続部Aが確保され、補助磁石用溝22の基端部と主磁石用溝23の両端部との間には接続部Bが確保されている。

【0023】従って上記構成の回転子27は、図2に示すように（N極の場合を示す。S極の場合には磁束の方向が逆になる。）、各主磁石26の磁束を主磁束 $\phi_0$ とする8極の回転子であって、しかも磁気特性に優れている。即ち、補助磁石25の漏れ磁束 $\phi_1$ 、 $\phi_2$ が接続部A、Bを通ることによってこれらの接続部A、Bを磁氣的に飽和することにより、主磁石26の磁束がこれらの接続部A、Bを流れるのを防止するため、主磁石26の磁束が有効にエアギャップを通り、主磁束 $\phi_0$ の低下を防止してギャップ磁束密度を高めることができる。

つまり、単に隣極との接続部を確保しただけでは、この接続部を通して主磁石26の磁束が流れることにより主磁束 $\phi_m$ が低下してしまうため、かかる主磁束 $\phi_m$ の低下を防止すべく補助磁石25が各主磁石26間に設けられている。

【0024】また接続部A、Bを確保することによって鉄心21を周方向及び径方向に連続する一体のものとしたため、遠心力に対する強度が高い。従って回転子27は、従来のような補強リング10(図12)やステンレス板14(図11、図14)のような補強部材を要することなく高速回転が可能である。そして、補強リング10やステンレス板14が不要であることから、鉄心21の表面がそのまま回転子27の表面になるため、エアギャップを小さくして磁束密度を高めることができ、また有効鉄心長が減少することもない。

【0025】また主磁石26及び補助磁石25が鉄心21の内部に嵌装されているため、これらの磁石26、25が破損しても特に問題はない。

【0026】図3は、本発明の第2実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。同図に示すように、本第2実施例に係る回転子27'は、図1に示す鉄心21に代えて鉄心21'を備えたものであり、この鉄心21'は鉄心21の外周部に多数のダンパ溝28を等間隔に設けた形状のものである。そしてアルミダイキャストや、銅バーとエンドリング等により、ダンパ溝28中に占位する導体部(銅バー等)とこれらの導体部の両端を各々短絡する他の導体部(エンドリング等)によってダンパ巻線を構成する。従って上記構成の回転子27'は、上記の回転子27と同様の作用効果を有すると共に、ダンパ巻線による制動作用をも有する。

【0027】図4は、本発明の第3実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。同図に示すように、本第3実施例に係る回転子27''は図1に示す鉄心21に代えてこの鉄心21から同極(図4ではS極)の主磁石用溝23を削除した形状の鉄心21''を備えると共に同極の主磁石26を削除した構成のものである。この回転子27''は、図4中に矢印で示すような磁束分布となり、上記の回転子27と比較して磁束の量は減少するが、上記の回転子27と同様の作用効果を有する永久磁石式の回転子である。

【0028】図5は、本発明の第4実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す斜視図である。同図に示すように、本第4実施例に係る回転子27'''は図1に示す回転子27において、主磁石26を軸方向に2分割して軸方向の一方側からはS極となる主磁石26及びこれらの主磁石26を嵌装するための主磁石用溝23を削除し(即ち鉄心表面側がN極の主磁石26''''を鉄心21''''の一方側の主磁石用溝23''''に嵌装し)且つ他方側からはN極となる主磁石26及びこれらの主磁石26を嵌装するための主磁石用溝23を削除

した(即ち鉄心表面側がS極の主磁石26''''を鉄心21''''の他方側の主磁石用溝23''''に嵌装した)構成のものである。従って回転子27''''は主磁石26''''によって、軸方向の一方側にN極のみを有し且つ他方側にS極のみを有する。このため上記構成の回転子27''''は、上記の回転子27と同様の作用効果を有すると共に、図5に示すように固定子(図示せず)に設けた励磁巻線28に直流電流Iを流すことによって前記一方側のN極間にS極を発生させ且つ前記他方側のS極間にN極を発生させることにより、ハイブリッド励磁形用の回転子として機能する。

【0029】なお上記の各実施例では、主磁石26、26''''及び主磁石用溝23、23''''が瓦形状のものであるが、必ずしもこれに限定するものではなく他の形状のものであってもよい。例えば図6(a)、(b)に示すような断面が長方形のもの(26', 23')や台形のもの(26'', 23'')であってもよい。また図7に示すように、鉄心21''''に端部を丸くした(Rをつけた)主磁石用溝23''''及び補助磁石用溝22''''を設け、これらに端部を丸くした主磁石26''''及び補助磁石25''''を各々嵌装してもよい。このように端部にRを付けることにより、図7中のa部やb部への応力集中が緩和される。

【0030】図8は本発明の第5実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図、図9は図8に示す回転子の一極を抽出して示す説明図であって(a)はd軸磁束の状態を示し(b)はq軸磁束の状態を示す。本第5実施例に係る回転子37は、鉄心31に設けられた主磁石用溝33及び補助磁石用溝32に永久磁石である主磁石36及び補助磁石35を各々嵌装して構成されている。

【0031】即ち、主磁石用溝33は、断面が図1に示す主磁石用溝23よりも更に大きく湾曲した円弧状の溝であって、主磁石用溝23と同様に鉄心31の周方向(以下単に周方向という)に等間隔で8箇所設けられており、そしてこれらの主磁石用溝33に、これらと同形で磁極の方向が鉄心31の径方向に沿い且つ鉄心表面側の磁極が相異なる主磁石36が周方向に交互に占位するよう各々嵌装されている。また補助磁石用溝32は、断面が図1に示す補助磁石用溝22よりも少し短い溝であって、補助磁石用溝22と同様に各主磁石用溝33間に各々設けられており、そしてこれらの補助磁石用溝32に、これらと同形で磁極の方向が周方向に沿う補助磁石35がその一方の磁極とこの一方側に占位する主磁石36の鉄心表面側の磁極とが同極となるようにして各々嵌装されている。かくして主磁石用溝33の中央部と鉄心31の表面との間の鉄心幅 $d_1$ と、主磁石用溝33の両端部と補助磁石用溝32の基端部との間の鉄心幅 $d_2$ と、補助磁石用溝32の先端部と鉄心31の表面との間の鉄心幅 $d_3$ とを略同一で且つ容易に磁気飽和する寸

法をとしている。

【0032】従って上記構成の回転子37は、上記の回転子27と同様の作用効果を有すると共に、鉄心幅 $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ を略同一で且つ容易に磁気飽和する寸法としたことにより、次のような作用効果を有する。

【0033】即ち、機械的には、各極部の鉄心量が減少し、回転子37を高速で回転させた際に鉄心31の応力集中部に作用する応力が軽減され、また主磁石36にかかる応力が軽減される。電気的には、図9(a)、

(b)に示すように、電機子電流によるd軸磁束 $\phi_d$ とq軸磁束 $\phi_q$ の通路の最小断面の寸法が略同一となり、またこれらの通路が容易に磁気飽和するため、d軸リアクタンスとq軸リアクタンスとが略同一となり、また小さな値となる。このため制御性が向上する。

【0034】図10は、本発明の第6実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す要部断面図である。同図に示すように、本第6実施例に係る回転子37'は、図8に示す鉄心31に代えて鉄心31'を備えたものであり、この鉄心31'は極部のエアギャップ(回転子37'と固定子38とのギャップ) $\delta_0$ が極間部のエアギャップ $\delta_1$ よりも小さくなるよう鉄心31の外周部に凹凸を設けた形状のものである。

【0035】従って上記構成の回転子37'は、上記の回転子37と同様の作用効果を有すると共に、極部のエアギャップ $\delta_0$ を極間部のエアギャップ $\delta_1$ よりも小さくしたことにより、ギャップ磁束分布が方形波状から正弦波状となる。従って更に磁気特性が向上する。

【0036】なお、上記の各実施例における回転軸24、34の材質は通常の構造用炭素鋼でよい。また上記の各実施例では8極の場合について示したが、勿論これに限定するものではなく、何極であってもよい。

【0037】

【発明の効果】以上実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、主磁石によって各極の主磁束が得られ、しかも補助磁石の漏れ磁束によって鉄心の接続部を磁気飽和させることにより主磁石の磁束が接続部を通して流れるのを防止することができる。また主磁束の低下を防止してギャップ磁束密度を高めることができる。また鉄心が接続部によって接続された一体のものであって高い遠心力強度を有するため、従来のような補強リングやステンレス板といった補強部材を要することなく、高速回転が可能である。そして前記補強部材が不要であることから、エアギャップを小さくして磁束密度を高めることができると共に、有効鉄心長を減少させることがない。更には主磁石及び補助磁石が鉄心内部に嵌装されているため、これらの磁石が破損しても特に問題はない。またダンパ巻線を設けたことによって制動作用を有し、一方側をN極のみとし他方側をS極のみとすることによってハイブリッド励磁形の回転子とすることができる。

【0038】また主磁石を円弧状とし、主磁石用溝の中

央部と鉄心表面との間の鉄心幅と、主磁石用溝の両端部と補助磁石用溝の基端部との間の鉄心幅と、補助磁石用溝の先端部と鉄心表面との間の鉄心幅とを略同一の寸法としたことにより、応力が軽減されると共に、d軸リアクタンスとq軸リアクタンスとが略同一となって制御性が向上する。

【0039】また極部のエアギャップを極間部のエアギャップよりも小さくしたことにより、ギャップ磁束分布が方形波状から正弦波状になり、更に磁気特性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。

【図2】図1に示す回転子の一極当りの磁束の状態を示す説明図である。

【図3】本発明の第2実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。

【図4】本発明の第3実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。

【図5】本発明の第4実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す斜視図である。

【図6】主磁石の他の形状例を示す断面図である。

【図7】主磁石及び補助磁石の他の形状例を示す断面図である。

【図8】本発明の第5実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。

【図9】図8に示す回転子の一極を抽出して示す説明図であって(a)はd軸磁束の状態を示し(b)はq軸磁束の状態を示す。

【図10】本発明の第6実施例に係る永久磁石式回転機の回転子を示す断面図である。

【図11】永久磁石式回転機の全体構成図である。

【図12】磁石貼付形の回転子を示す断面図である。

【図13】磁石埋込形の回転子を示す断面図である。

【図14】ステンレス板の正面図である。

【符号の説明】

21, 21', 21'', 21''', 21'''' ,

31, 31' 鉄心

22, 22'', 32 補助磁石用溝

23, 23', 23'', 23''', 23'''' ,

33 主磁石用溝

24, 34 回転軸

25, 25'', 35 補助磁石

26, 26', 26'', 26''', 26'''' ,

36 主磁石

27, 27', 27'', 27''', 37, 37'

回転子

28 励磁巻線

A, B 接続部

$d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  鉄心幅

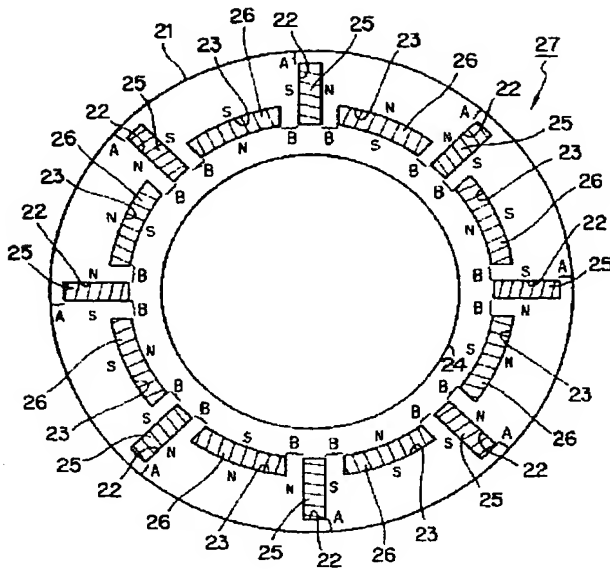
I 直流電流

$\delta_0, \delta_1$  エアギャップ

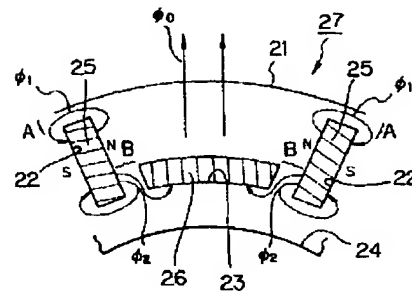
$\phi_0$  主磁束

$\phi_1, \phi_2$  漏れ磁束

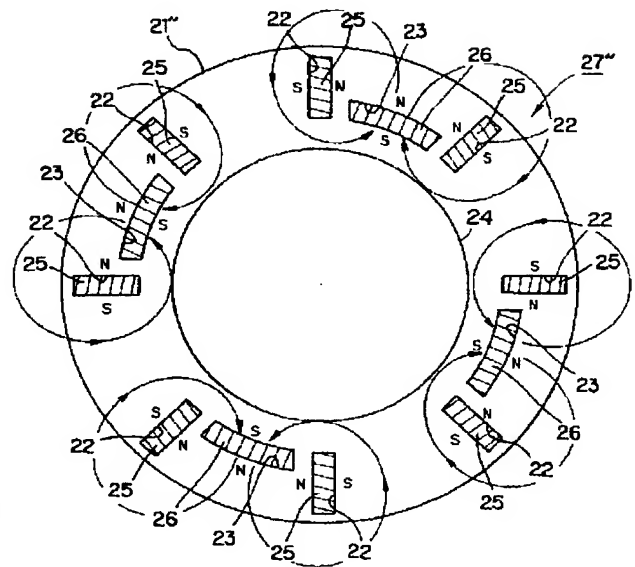
【図1】



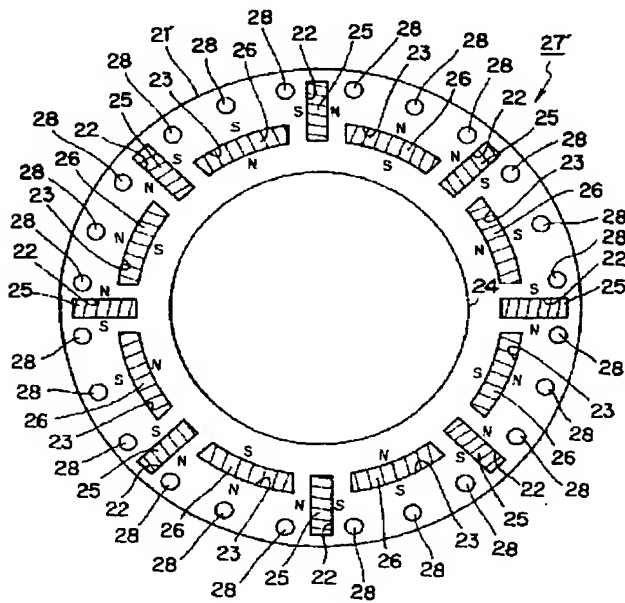
【図2】



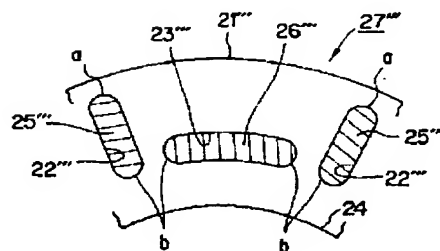
【図4】



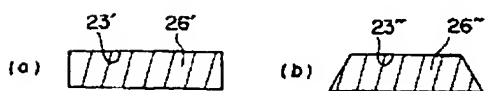
【図3】



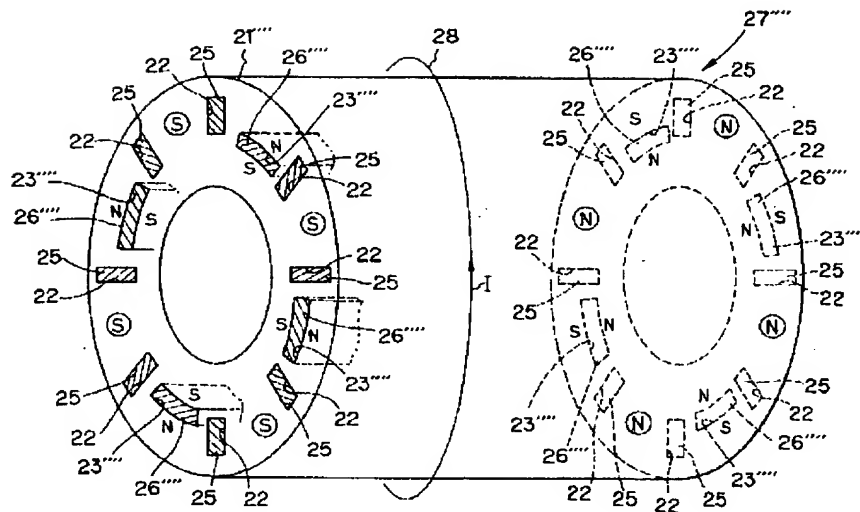
【図7】



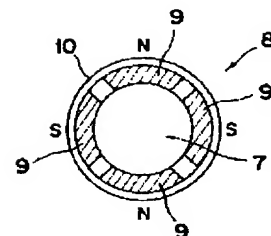
【図6】



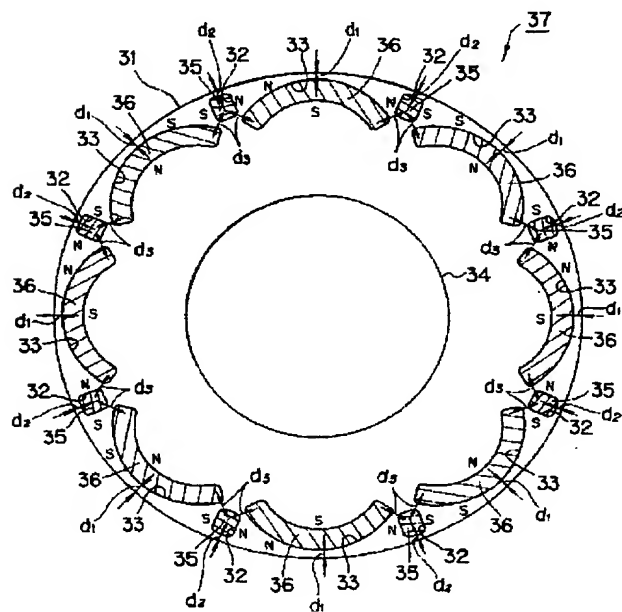
【図5】



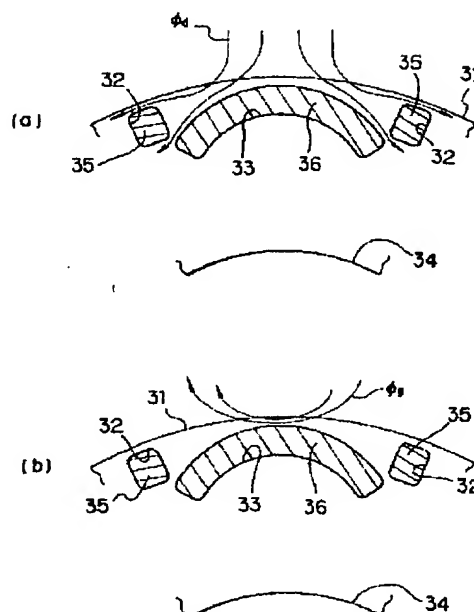
【図12】



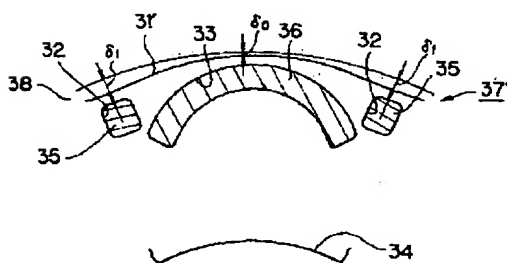
【図8】



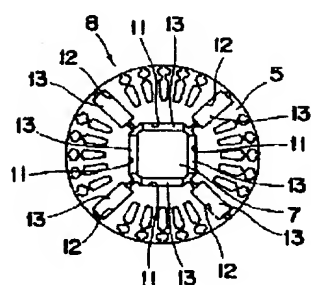
【図9】



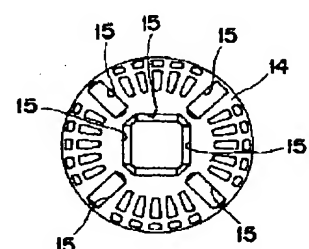
【図10】



【図13】



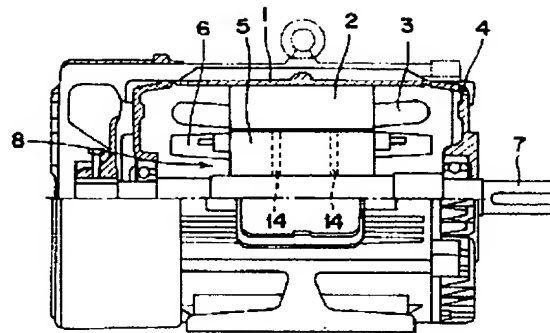
【図14】



(8)

特開平8-275419

【図11】



BEST AVAILABLE COPY